

**ДЕФОРМИРУЕМОСТЬ АУСТЕНИТНО-ФЕРРИТНОЙ СТАЛИ
03X13H10K5M2Ю2Т В ИНТЕРВАЛЕ
ТЕМПЕРАТУР 20–1000 °С**

Аустенитно-ферритные (дуплекс) стали находят широкое применение в различных отраслях современной техники, особенно в химическом машиностроении и судостроении. Они сложны по химическому составу и могут иметь различное соотношение аустенита и феррита. Принято считать, что содержание основных фаз – аустенита и феррита – должно быть примерно равным. Возможность протекания в аустенитно-ферритных сталях сложных фазовых превращений при различных температурах накладывает существенные ограничения на технологические процессы. Для теории и практики термомеханической обработки сталей большой интерес представляют данные по температурной зависимости их пластичности и сопротивления деформированию при различных схемах горячей деформации, а также влияния на эти параметры фазовых и структурных превращений, протекающих в исследуемой стали. В данной работе анализируются результаты измерения пластичности, сопротивления деформации и временного сопротивления разрыву на аустенитно-ферритной стали 03X13H10K5M2Ю2Т в условиях сжатия цилиндрических образцов диаметром 10 мм и высотой 14 мм и растяжения на разрывной машине Instron-3382 по ГОСТ 1497-84 при нагреве в диапазоне температур 20–1000 °С и обсуждаются возможности использования полученных зависимостей для обоснования режимов термомеханических обработок.

Нагрев и осадку образцов проводили в контейнере между твердосплавными бойками. Контейнер с образцом нагревали в печи до заданной температуры и затем производили осадку на пластометре института машиноведения УрО РАН. Скорость деформации равнялась 10 с^{-1} .

Для оценки деформации цилиндрических образцов при сжатии использовали истинную деформацию $\epsilon = \ln (H_0/H_i)$, где H_0 и H_i – начальная и текущая высоты деформированного образца.

Скорость растяжения при температурах 900, 950 и 1000 °С уменьшалась от $2 \cdot 10^{-3} \text{ с}^{-1}$ к $2 \cdot 10^{-4} \text{ с}^{-1}$, а затем до $5 \cdot 10^{-5} \text{ с}^{-1}$.

Структура аустенитно-ферритной стали 03X13H10K5M2Ю2Т после закалки от 1000 °С состоит в основном из двух основных фаз – аустенита и δ -феррита – примерно в равных количествах (50:50). В ранее проведенных исследованиях было показано, что δ -феррит исследуемой стали обладает аномально высокой твердостью ($\geq 500 \text{ HV}$), в то время как твердость аустенита невысокая ($\approx 200 \text{ HV}$), что является следствием выделения в δ -феррите упорядоченной интерметаллидной фазы $(\text{Fe,Ni})\text{Al}$ с решеткой типа В2. Присутствие твердого δ -феррита, ухудшает пластичность при горячей обработке давлением, особенно при прокатке, что связывают с различным сопротивлением феррита и аустенита деформированию, с различной скоростью рекристаллизации. Анализ температурных зависимостей сопротивления деформированию при сжатии показал, что до 500 °С сопротивление деформированию понижается незначительно, что связано с протеканием процессов старения в обоих твердых растворах и упрочнением матрицы и не компенсируется закономерным понижением сопротивления деформированию при повышении температуры (σ_s понижается от 1500 МПа при 20 °С до 1150 МПа при 500 °С соответственно). При температурах 650...700 °С имеют место процессы, связанные как с растворением ранее выделившихся фаз, так и с возможным $\delta \rightarrow \gamma$ -превращением, на что указывают данные магнитного и рентгеноструктурного анализа. После закалки с 700 °С исследуемая сталь содержит лишь 30 % δ -феррита, что приводит к существенному снижению σ_s и повышению пластичности стали. Интенсивное $\gamma \rightarrow \delta$ -превращение, приводящее к получению равновесного соотношения фаз и протекание рекристаллизационных процессов происходит при температуре ~ 1000 °С, что приводит также к повышению пластичности и снижению сопротивления деформированию исследованной стали.

Испытания на растяжение образцов исследуемой стали при температурах 900, 950 и 1000 °С показало снижение прочностных свойств (от 230 \rightarrow 170 \rightarrow 150 МПа соответственно) и некоторые колебания пластических свойств (относительное удлинение δ : 37 \rightarrow 38 \rightarrow 40% и относительное сужение ψ : 69 \rightarrow 67 \rightarrow 62 % соответственно). Подобные изменения свойств образцов при растяжении наблюдались и при снижении скорости деформирования от указанных выше температурах.

Представленные температурные зависимости сопротивления деформированию при сжатии, прочностных свойств и пластичности при растяжении можно использовать в практике термомеханической обработки исследуемой стали. Они позволяют выбрать температурные интервалы повышенной пластичности и оценить возможность проведения подобных операций на производстве.